

(19) 【発行国】日本国特許庁 (J P)

(12) 【公報種別】公開特許公報 (A)

(11) 【公開番号】特開平 9-49022

(43) 【公開日】平成 9 年 (1997) 2 月 18 日

(54) 【発明の名称】低鉄損高磁束密度一方向性電磁鋼板の製造方法

(51) 【国際特許分類第 6 版】 C21D 8/12
 9/46 501 C22C 38/00
 303 38/06
 H01F 1/16

【F I】 C21D 8/12 B 9/
 46 501 A C22C 38/00 303 U
 38/06 H01F 1/16
 B

【審査請求】未請求

【請求項の数】3

【出願形態】OL

【全頁数】5

(21) 【出願番号】特願平 7-201051

(22) 【出願日】平成 7 年 (1995) 8 月 7 日

(71) 【出願人】

【識別番号】000006655

【氏名又は名称】新日本製鐵株式会社

【住所又は居所】東京都千代田区大手町 2 丁目 6 番 3 号

(71) 【出願人】

【識別番号】390022873

【氏名又は名称】日鐵プラント設計株式会社

【住所又は居所】福岡県北九州市戸畑区大字中原 4 6 番

(19) [Publication Office] Japanese Patent Office (JP)

(12) [Kind of Document] Japan Unexamined Patent Publication (A)

(11) [Publication Number of Unexamined Application] Japan Unexamined Patent Publication Hei 9-49022

(43) [Publication Date of Unexamined Application] 1997 (1997) February 18 day

(54) [Title of Invention] MANUFACTURING METHOD OF LOW IRON LOSS HIGH MAGNETIC FLUX DENSITY UNIDIRECTIONALITY ELECTROMAGNETIC STEEL PLATE

(51) [International Patent Classification 6th Edition] C21D 8/12
 9/46 501 C22C 38/00 303
 38/06 H01F 1/16

[FI] C21D 8/12 B 9/46 501 A C22C 38/00 303 U 38/06 H01F 1/16 B

[Request for Examination] Examination not requested

[Number of Claims] 3

[Form of Application] OL

[Number of Pages in Document] 5

(21) [Application Number] Japan Patent Application Hei 7-201051

(22) [Application Date] 1995 (1995) August 7 day

(71) [Applicant]

[Applicant Code] 000006655

[Name] NIPPON STEEL CORP. (DB 69-057-0072)

[Address] Tokyo Chiyoda-ku Otemachi 2-6-3

(71) [Applicant]

[Applicant Code] 390022873

[Name] NITTETSU PLANT DESIGNING CORP. (DB 69-108-2804)

[Address] 59 of Fukuoka Prefecture Kitakyushu City Tobata-ku

地の59

(72)【発明者】

【氏名】熊野 知二

【住所又は居所】北九州市戸畑区飛幡町1番1号 新日本製鐵株式会社八幡製鐵所内

(72)【発明者】

【氏名】吉富 康成

【住所又は居所】北九州市戸畑区飛幡町1番1号 新日本製鐵株式会社八幡製鐵所内

(72)【発明者】

【氏名】山崎 幸司

【住所又は居所】北九州市戸畑区飛幡町1番1号 新日本製鐵株式会社八幡製鐵所内

(72)【発明者】

【氏名】黒木 克郎

【住所又は居所】北九州市戸畑区大字中原46-59 日鐵プラント設計株式会社内

(74)【代理人】

【弁理士】

(57)【要約】

【課題】 鉄損特性の優れた高磁束密度一方向性電磁鋼板の製造方法を得る。

【解決手段】 重量比で、C:0.025~0.075%、Si:2.5~4.5%、Mn:0.050~0.45%、S≤0.015%、酸可溶性Al:0.015~0.040%、その他、N、Sn、Cr、Cu等を含む電磁鋼スラブを1280℃以下で加熱後焼延し、最終圧延率を80%以上とし、ついで脱炭焼鈍、窒化処理、仕上げ焼鈍をする一方向性電磁鋼板の製造において、最終冷延前の鋼板の焼鈍を2段均熱とし、高温側の温度、均熱時間を950~1150℃、180秒以内、低温側の温度、均熱時間を800~950℃、30~300秒とし、800~950℃の温度域から300℃までの平均冷却速度をR℃/secで冷却し、最終冷延の複数回

Oaza Nakahara No.46 area

(72) [Inventor]

[Name] Kumano Tomoji

[Address] Inside of Kitakyushu City Tobata-ku flying Hata Cho 1-1 Nippon Steel Corp. (DB 69-057-0072) Yawata make place

(72) [Inventor]

[Name] Yoshidomi Yasunari

[Address] Inside of Kitakyushu City Tobata-ku flying Hata Cho 1-1 Nippon Steel Corp. (DB 69-057-0072) Yawata make place

(72) [Inventor]

[Name] Yamazaki Koji

[Address] Inside of Kitakyushu City Tobata-ku flying Hata Cho 1-1 Nippon Steel Corp. (DB 69-057-0072) Yawata make place

(72) [Inventor]

[Name] Kuroki Katsuro

[Address] Inside of Kitakyushu City Tobata-ku Oaza Nakahara 46-59 Nittetsu Plant Designing Corp. (DB 69-108-2804)

(74) [Attorney(s) Representing All Applicants]

[Patent Attorney]

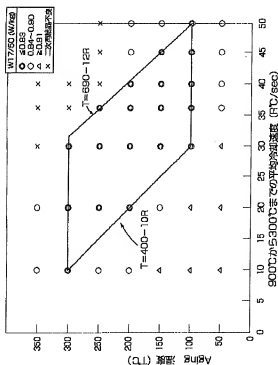
(57) [Abstract]

[Problem] Manufacturing method of high magnetic flux density unidirectionality electromagnetic steel plate where iron loss characteristic is superior is obtained.

[Means of Solution] With weight ratio, C: 0.025 to 0.075 %, Si: 2.5 to 4.5 %, Mn: 0.050 to 0.45 %, S: 0.015 %, acid soluble Al: 0.015 to 0.040 %, Other things, N, Sn, Cr, electromagnetic steel slab which contains Cu etc after heating is rolled with the 1280 °C or below, final rolling ratio 80 % or higher to do, Next decarburizing annealing, nitriding, Producing unidirectionality electromagnetic steel plate which does finished annealing at time of, annealing of steel plate before final rolling 2-stage soaking to do, temperature of high temperature side, soaking time 950 to 1150 °C, Within 180 second, temperature of low temperature side, soaking time is designated as the 800 to 950 °C and 30 to 300 second, from

のバスの少なくとも1回以上鋼板に100～300℃の温度範囲で下記条件を満たすT℃で1分以上の時間保持する熱効果を与えることを特徴とする低鉄損高磁束密度方向性電磁鋼板の製造方法。

400-10R T 690-12R



【特許請求の範囲】

【請求項1】 重量比で、C : 0.025～0.075%, Si : 2.5～4.5%, Mn : 0.050～0.45%, S ≤ 0.015%, 酸可溶性Al : 0.015～0.040%, N ≤ 0.010%を含有し、残部Fe及び不可避免的不純物からなる電磁鋼スラブを1280℃以下の温度に加熱した後、熱延し、一回または中間焼鈍を介する二回以上の圧延でその最終圧延率を80%以上とし、ついで脱炭焼鈍、窒化処理、仕上げ焼鈍をする方向性電磁鋼板の製造において、最終冷延前の鋼板の焼鈍を2段階とし、高温側の温度、均熱時間を950～1150℃、180秒以内、低温側の温度、均熱時間を800～950℃、30～300秒とし、800～950℃の温度域から300℃までの平均冷却速度をR℃/secで冷却し、最終冷延の複数回のバスの少なくとも1回以上鋼板に100～300℃の温度範囲で下記条

temperature region of 800 to 950 °C average cooling rate to the 300 °C is cooled with R °C/sec, manufacturing method of low iron loss high magnetic flux density unidirectionality electromagnetic steel plate which designates that thermal effect which time of 1 min or more is kept with T °C which at least in one time or more steel plate of path of the multiple times of final cold rolling below-mentioned condition is filled up with temperature range of 100 to 300 °C is given as feature.

400-10R T 690-12R

【Claim(s)】

[Claim 1] With weight ratio, C : 0.025 to 0.075 %, Si : 2.5 to 4.5 %, Mn : 0.050 to 0.45 %, S : 0.015 %, acid soluble Al : 0.015 to 0.040 %, N : 0.010 % was contained and electromagnetic steel slab which consists of remainder Fe and the unavoidable impurity was heated to temperature of 1280 °C or below rear, It rolls, With rolling of two time or greater which insert one time or intermediate annealing the final rolling ratio 80 % or higher to do, Next decarbonizing annealing, nitriding, Producing unidirectionality electromagnetic steel plate which does finished annealing at time of, annealing of steel plate before final rolling 2-stage soaking to do, temperature of high temperature side, soaking time 950 to 1150 °C, Within 180 second, temperature of low temperature side, soaking time is designated as the 800 to 950 °C and 30 to 300 second, from temperature region of 800 to

件を満たすT℃で1分以上の時間保持する熱効果を与えることを特徴とする低鉄損高磁束密度方向性電磁鋼板の製造方法。

400-10R ≤ T ≤ 690-12R

【請求項2】 重量比で、

C : 0.025 ~ 0.075%,

Si : 2.5 ~ 4.5%,

Mn : 0.050 ~ 0.45%,

S ≤ 0.015%,

酸可溶性Al : 0.015 ~ 0.040%,

N ≤ 0.010%,

Sn : 0.02 ~ 0.15%,

Cr : 0.05 ~ 0.30% を含有し残部Fe及び不可避免的不純物からなる電磁鋼スラブを出発素材とする請求項1記載の方法。

【請求項3】 重量比で、

C : 0.025 ~ 0.075%,

Si : 2.5 ~ 4.5%,

Mn : 0.050 ~ 0.45%,

S ≤ 0.015%,

酸可溶性Al : 0.015 ~ 0.040%,

N ≤ 0.010%,

Sn : 0.02 ~ 0.15%,

Cr : 0.05 ~ 0.30%,

Cu : 0.03 ~ 0.30% を含有し残部Fe及び不可避免的不純物からなる電磁鋼スラブを出発素材とする請求項1記載の方法。

950 °C average cooling rate to the 300 °C is cooled with R °C/sec, manufacturing method of low iron loss high magnetic flux density unidirectionality electromagnetic steel plate which designates that thermal effect which time of 1 min or more is kept with T °C which at least in one time or more steel plate of path of the multiple times of final cold rolling below-mentioned condition is filled up with temperature range of 100 to 300 °C is given as feature.

400-10R T 690-12R

[Claim2] With weight ratio,

C : 0.025 to 0.075 %,

Si: 2.5 to 4.5 %,

Mn : 0.050 to 0.45 %,

S 0.015 %,

Acid soluble Al : 0.015 to 0.040 %,

N 0.010 %,

Sn: 0.02 to 0.15 %,

Cr : Method which is stated in Claim 1 which designates electromagnetic steel slab which contains 0.05 to 0.30 % and consists of remainder Fe and unavoidable impurity as the starting material.

[Claim3] With weight ratio,

C : 0.025 to 0.075 %,

Si: 2.5 to 4.5 %,

Mn : 0.050 to 0.45 %,

S 0.015 %,

Acid soluble Al : 0.015 to 0.040 %,

N 0.010 %,

Sn: 0.02 to 0.15 %,

Cr : 0.05 to 0.30 %,

Cu : Method which is stated in Claim 1 which designates electromagnetic steel slab which contains 0.03 to 0.30 % and consists of remainder Fe and unavoidable impurity as the starting material.

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は鉄損特性の優れた一方向性電磁鋼板の製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 一方向性電磁鋼板は主として変圧器、発電機その他の電気機器の鉄心材として用いられ、それが有する磁気特性として励磁特性と鉄損特性が良好であることの他、良好な被覆を有するものでなければならない。

【0003】 一方向性電磁鋼板は、二次再結晶現象を利用して圧延面に〔110〕面、圧延方向に〈001〉軸を持ついわゆるゴス方位を有する結晶粒を発達させることによって得られる。

【0004】 前記二次再結晶現象は、よく知られているように、仕上げ焼鈍過程で生じるが、二次再結晶の発現を十分なものとするためには、仕上げ焼鈍過程における二次再結晶発現温度域まで一次再結晶粒の成長を抑制するAlN、MnS、MnSe等の微細な析出物、いわゆるインヒビターを鋼中に存在させる必要がある。

【0005】 従って、電磁鋼スラブはインヒビター形成元素、例えばAl、Mn、S、Se、N等を完全に固溶させるために、1350～1400℃といった高温に加熱される。そして、電磁鋼スラブ中に完全に固溶せしめられたインヒビター形成元素は、熱延あるいは最終冷間圧延前の中間板厚の段階で、焼鈍によってAlN、MnS、MnSeとして微細に析出せしめられる。

【0006】 この他冶金的には二次再結晶粒を小さくすることにより、磁区細分化を図り鉄損の低減が可能である。この方法には例えば特開昭50-16610号公報に示される冷間圧延時に熱効果を与える方法、あるいは特開昭58-23414号公報に示されるような鋼中にSnを添加する方法等があり、又プロセス面からは特開平1-290716号公報に示される如く、冷延鋼板を急速加熱処理し脱炭焼鈍を施す方法が提案されている。これらはいずれも高温スラブ加熱を前提とした製造プロセス

【Description of the Invention】

【0001】

【Technological Field of Invention】 This invention is something regarding manufacturing method of unidirectionality electromagnetic steel plate where their iron loss characteristic is superior.

【0002】

【Prior Art】 Unidirectionality electromagnetic steel sheet is used of transformer and as iron core material of electric generator other electric equipment mainly, other than thing where excitation characteristic and iron loss characteristic are satisfactory as magnetic property which that has, it must be something which possesses satisfactory coating.

【0003】 {110} aspect, is acquired crystal grain which possesses so-calledゴス azimuth which has<001> axis in rolling direction on rollings aspect by advancing unidirectionality electromagnetic steel plate making use of secondary recrystallization phenomenon.

【0004】 In order to be known well, it finishes aforementioned secondary recrystallization phenomenon and occurs with annealing process, but in order to designate revelation of the secondary recrystallization as sufficient ones, AlN, MnS, MnSe or other microscopical precipitate and so-called inhibitor which control growth of primary recrystallization grain it is necessary to exist in steel to secondary recrystallization manifestation temperature limits which it finishes and in annealing process.

【0005】 Therefore, electromagnetic steel slab inhibitor formation element, completely in order the solid solution to do, is heated for example Al, Mn, S, Se and N etc to high temperature such as 1350 to 1400 °C. And, in electromagnetic steel slab completely inhibitor formation element which solid solution is done with step of intermediate plate thickness before hot rolled plate or final cold rolling, is precipitated to fine as AlN, MnS and MnSe with the annealing.

【0006】 In addition magnetic domain fractionization is assured and metallurgy by making secondary recrystallization grains small, decrease of iron loss is possible. In this method method of giving thermal effect at time of the cold rolling which is shown in for example Japan Unexamined Patent Publication Showa 50-16610 disclosure. Or, as though there is a method etc which adds Sn in kind of steel which is shown in Japan Unexamined Patent Publication Showa 58-23414 disclosure, in addition from process aspects shown in Japan Unexamined Patent

セスによるものである。

【0007】このような高温スラブ加熱法に対して特開昭61-60896号公報、特開昭62-40315号公報等に開示されている技術、即ち二次再結晶に必要なインヒビターは、脱炭焼鈍完了以降から仕上げ焼鈍における二次再結晶発現以前まで送り込むものがある。その手段としては、鋼中にNを侵入させることによって、インヒビターとして機能する(Al、Si)Nを形成させる。

【0008】鋼中にNを侵入させる手段としては、仕上げ焼鈍昇温過程での雰囲気ガスからのNの侵入を利用するが、脱炭焼鈍後段領域あるいは脱炭焼鈍完了後のストリップを連続ラインでN_{H3}等の窒化源となる雰囲気ガスをを用いて行う。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、低温スラブ加熱を前提とする特開昭61-60896号公報に基づくものであるが、このプロセスにおいて重要なことは、脱炭焼鈍板の結晶組織(平均粒径、粒径分布)、集合組織の調整と冷延以降のインヒビターの送り込みである。特に脱炭焼鈍の結晶組織および集合組織は製品の磁気特性に大きな影響を及ぼすことが知られている。

【0010】結晶組織に影響を与える工程として冷間圧延と脱炭焼鈍がある。もちろん冷間圧延前の焼鈍条件が影響することは言うまでもない。本発明は熱延板焼鈍の冷却条件と冷間圧延時の鋼板温度に着目し、これらの条件と鉄損特性の関係を明らかにして鉄損の低い高磁束密度方向性電磁鋼板の製造方法を提供するものである。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は重量比で、C:0.025~0.075%、Si:2.5~4.5%、Mn:0.050~0.45%、S≤0.015%、酸可溶性Al:0.015~0.040%、N≤0.010%、必要に応じてSn:0.02~0.15%、Cr

Publication Hei 1-290716 disclosure, cold rolled steel sheet quick heat treatment is done and method which administers decarbonizing annealing is proposed. These in each case are something due to production process which designates high temperature slab heating as premise.

[0007] To before secondary recrystallization revealing which in inhibitor which is necessary for the technology namely secondary recrystallization which is disclosed in Japan Unexamined Patent Publication Showa 61-60896 disclosure and Japan Unexamined Patent Publication Showa 62-40315 disclosure etc vis-a-vis this kind of high temperature slab heating method finishes from after decarbonizing annealing completing and in annealing there are some which it makes and are packed. As means, (Al and Si) N which functions by N invading in the steel, as inhibitor is formed.

[0008] It finishes as means which N invades in steel, utilizes invasion of N from atmosphere gas with annealing temperature-raising step, or it does strip after decarbonizing annealing poststage region or decarbonizing annealing completing making use of atmosphere gas which becomes NH₃ or other nitriding source with continual line.

[0009]

[Problems to be Solved by the Invention] This invention is something which is based on Japan Unexamined Patent Publication Showa 61-60896 disclosure which designates low temperature slab heating as premise, but important thing, crystal tissue of the decarbonizing annealing sheet (average particle diameter and particle diameter distribution), is adjustment of gathering tissue and making being packed of inhibitor after rolling in this process. As for crystal tissue and gathering tissue of especially decarbonizing annealing it is known that big influence is exerted on magnetic property of product.

[0010] There is a cold rolling and a decarbonizing annealing as step which produces effect on the crystal structure. annealing condition before cold rolling influences of course. As for this invention you pay attention to cooling condition of hot rolled plate annealing and the steel plate temperature at time of cold rolling, it is something which offers manufacturing method of high magnetic flux density unidirectionality electromagnetic steel sheet where iron loss is low with these condition and the relationship of iron loss characteristic as clear.

[0011]

[Means to Solve the Problems] As for this invention with weight ratio, C:0.025 to 0.075 %, Si:2.5 to 4.5 %, Mn:0.050 to 0.45 %, S 0.015 %, acid soluble Al:0.015 to 0.040 %, N 0.010 %, according to need Sn:0.02 to 0.15 %, Cr:0.05 to 0.30 %, Cu:0.03 to 0.30 % is contained, electromagnetic

: 0.05~0.30%, Cu: 0.03~0.30% を含有し、残部 Fe 及び不可避免的不純物からなる電磁鋼スラブを1280℃以下の温度に加熱した後、熱延し、一回または中間焼鈍を介する二回以上の圧延でその最終圧延率を80%以上とし、ついで脱炭焼鈍、窒化処理、仕上げ焼鈍をする一方向性電磁鋼板の製造において、最終冷延前の鋼板の焼鈍を2段階とし、高温側の温度、均熱時間を950~1150℃、180秒以内、低温側の温度、均熱時間を800~950℃、30~300秒とし、800~950℃の温度域から300℃までの平均冷却速度をR℃/secで冷却し、最終冷延の繰返回数のバスの少なくとも1回以上鋼板に100~300℃の温度範囲で下記条件を満たすT℃で1分以上の時間保持する熱効果を与えることを特徴とする低鉄損高磁束密度一方向性電磁鋼板の製造方法にある。

400-10R ≤ T ≤ 690-12R

【0012】以下本発明を詳細に説明する。本発明において、出発材料とするスラブの成分組成の限定理由は以下の通りである。Cはその含有量が0.025%未満では、高磁束密度が安定して得られ難い。一方、0.075%を超えて多くなりすぎると、脱炭焼鈍時間が長くなり生産性を損なう。Siは含有量が2.5%未満になると低鉄損の製品が得られ難く、4.5%を超えると冷間圧延時に、割れ、破断が多発し安定した冷間圧延作業を不可能にする。

【0013】本発明の成分系における特徴の1つは、Sを0.015%以下、好ましくは0.010%以下とする点にある。公知の技術、例えば特公昭40-15644号公報あるいは特公昭47-25250号公報に開示されている技術においては、Sは二次再結晶を顕現させるのに必要な析出物の一つであるMnSの形成元素として必須であった。しかしながら、インヒビターとして(Al, Si)Nを用いる本発明においては、MnSは特に必要としない。むしろ、MnSが増加することは一次再結晶粒径調整を困難にし、高磁束密度鋼板を得難くする。

【0014】AlはNと結合してAlNを形成するが、本発明においては後工程、即ち、一次再結晶完了鋼を窒化することにより(Al, Si)Nを形成せしめること

steel slab which consists of remainder Fe and unavoidable impurity was heated to the temperature of 1280 °C or below rear. It rolls. With rolling of two time or greater which insert one time or intermediate annealing the final rolling ratio 80 % or higher to do, Next decarbonizing annealing, nitriding, Producing unidirectionality electromagnetic steel plate which does finished annealing at time of, annealing of steel plate before final rolling 2-stage soaking to do, temperature of high temperature side, soaking time 950 to 1150 °C, Within of 180 second, temperature of low temperature side, soaking time is designated as 800 to 950 °C and the 30 to 300 second, from temperature region of 800 to 950 °C average cooling rate to 300 °C is cooled with R °C/sec, there is a manufacturing method of low iron loss high magnetic flux density unidirectionality electromagnetic steel plate which designates that thermal effect which time of 1 min or more is kept with T °C which at least in one time or more steel plate of path of multiple times of final cold rolling below-mentioned condition is filled up with the temperature range of 100 to 300 °C is given as feature.

400-10R T 690-12R

[0012] Below this invention is explained in detail. Regarding to this invention, limiting factor of component composition of slab which makes starting material is as follows. C is difficult to be acquired content under 0.025 %, the high magnetic flux density stabilizing. On one hand, exceeding 0.075 %, when it becomes too many, decarbonizing annealing time becomes long and impairs productivity. When as for Si when content is under 2.5 %, product of the low iron loss is difficult to be acquired, 4.5 % exceeds, at time of cold rolling, it cracks, cold rolling work breaking occurring frequently and stabilizing is designated as impossible.

[0013] As for one of feature in component system of this invention, There is a point which is made 0.015 % or lower and preferably 0.010 % or lower. Was necessary as formation element of MnS which is a one of the precipitate which is necessary in order to reveal secondary recrystallization regarding the technology which is disclosed in known technology, for example Japan Examined Patent Publication Sho 40-15644 disclosure or Japan Examined Patent Publication Sho 47-25250 disclosure, the S. But, regarding to this invention which uses (Al and Si)N as inhibitor, the MnS especially does not need. it makes primary recrystallization grain size adjustment difficult, makes high magnetic flux density steel plate rare that rather, MnS increases.

[0014] Al connecting with N, forms AlN, but regarding to the his invention, because it makes that it forms (Al and Si)N postprocessing, namely, by nitriding doing primary

を必須としているから、フリーの Al が一定量以上必要である。そのため酸可溶性 Al として 0.015~0.040% 添加する。

【0015】N は 0.010% 以下にする必要がある。これを超えるとブリスターと呼ばれる鋼板表面の膨れが発生する。下限は、0.0020% 程度がよい。Mn はその含有量が少なすぎると二次再結晶の発達が悪くなり、一方多すぎると磁束密度鋼板が得られ難くなる。適正な含有量は 0.050~0.45% である。

【0016】Sn と Cr は複合添加で仕上げ焼鈍時の被膜形成を安定化すると同時に Sn は脱炭焼鈍後の二次再結晶集合組織を改善し、ひいては二次再結晶粒を小粒化し、被膜の安定化と相俟って鉄損改善に効果が大きい。Sn の適量は 0.02~0.15% であり、これより少ないと効果が弱く、一方多しと窒化が困難になり二次再結晶粒が発達しなくなる。Cr の適量は 0.04~0.30% が良い。Cu は高磁束密度鋼板を得るうえで効果がありその適量は 0.03~0.30% の範囲である。なお、微量の P、Ti を鋼中に含有せしめることは、本発明の主旨を損なうものではない。

【0017】次に本発明の製造プロセスを説明する。電磁鋼スラブは、転炉あるいは電気炉などの溶解炉で鋼を溶製し、必要に応じて真空脱ガス処理し、しかる後熱間圧延に先立つスラブ加熱が成される。本発明のプロセスにおいては、スラブの加熱温度は 1280℃ 以下の低いものとして加熱エネルギーの消費量を少なくするとともに、鋼中の Al-N を完全に固溶させずに不完全固溶状態とする。このスラブを熱延して所定の厚みの熱延板を造る。

【0018】次に、本発明の特徴である熱延板焼鈍条件と冷延条件について説明する。C: 0.054%, Si: 0.25%, Mn: 0.10%, P: 0.02%, S: 0.008%, 酸可溶性 Al: 0.030%, Sn: 0.06%, Cr: 0.12%, N: 0.0078% を含むインゴットを 1150℃ に加熱した後熱延し 2.3 mm の熱延板を作った。次いでこの熱延板を表 1 の条件で焼鈍し冷却した。

【0019】

recrystallization completion steel necessary, the Al of free is constant amount or more necessary. Because of that 0.015 to 0.040 % it adds as acid soluble Al.

[0015] As for N it is necessary to make 0.010 % or lower. When it exceeds this, swelling of steel plate surface which is called blister occurs. As for lower limit, 0.0020 % is good. When as for Mn when content is too little, advancement of these secondary recrystallization becomes bad, is many on one hand magnetic flux density steel plate becomes difficult to be acquired. proper content is 0.050 to 0.45 %.

[0016] When it finishes Sn and Cr with composite addition and coating formation at time of annealing is stabilized Sn improves primary recrystallization gathering structure after decarbonizing annealing simultaneously, to small grain convert the consequently secondary recrystallization grain, goes hand in hand with stabilization of coating and effect is large to iron loss improvement. When suitable amount of Sn is 0.02 to 0.15 %, it is less than this, effect becomes weak, when it is many on one hand, nitriding difficult and these secondary recrystallization grain stops advancing. suitable amount of Cr 0.04 to 0.30 % is good. As for Cu when obtaining high magnetic flux density steel sheet, there is an effect and the suitable amount is range of 0.03 to 0.30 %. Furthermore, P of trace amount, fact that Ti is contained in steel is not something which impairs gist of the invention.

[0017] Production process of this invention is explained next. electromagnetic steel slab make does steel with rotary furnace, or electric furnace or other melting furnace the according to need vacuum degassing does, after that slab heating which precedes the hot rolling is formed. Regarding process of this invention, heating temperature of slab as it decreases consumed amount of heating energy as 1280 °C or below is low, solid solution without doing Al-N in steel completely, makes imperfect solid solution state. Rolling this slab, it makes hot rolled plate of specified thickness.

[0018] Next, you explain concerning hot rolled plate annealing condition and cold rolling condition which are a feature of this invention. After heating ingot which includes C:0.054 %, Si:0.25 %, the Mn: 0.10 %, P:0.02 %, S:0.008 %, acid soluble Al:0.030 %, Sn:0.06 %, Cr: 0.12 % and the N:0.0078 % to 1150 °C it rolled and made hot rolled plate of 2.3 mm. Next, annealing it did this hot rolled plate with condition of Table 1 and cooled.

[0019]

【表 1】

焼鈍条件	冷却条件	
	(900~300℃までの平均冷却速度℃/sec)	冷却速度℃/sec
1120℃×30sec + 900℃×120sec	①	10
	②	20
	③	30
	④	36
	⑤	40
	⑥	45
	⑦	50

【Table 1】

【0020】この後酸洗し板厚0.23mmまで冷延した。この冷延の途中板厚で50~350℃の温度範囲で5分保持するAging処理をした。この条件を表2に示す。

【0020】 Acid wash after this it did and rolled to plate thickness 0.23 mm. Road middle plate of this cold rolling being thick, 5 min it did the Aging treatment which is kept with temperature range of 50 to 350 °C. This condition is shown in Table 2.

【0021】

【0021】

【表 2】

【Table 2】

出発板厚 (mm)	Aging板厚 (mm)	Aging温度 (℃)
2.3	1.6, 1.2, 0.8, 0.6	50, 100, 150, 200, 250, 300, 350

(4種のAging板厚それぞれで7種のAging温度を実現)

【0022】次いで脱炭焼鈍を835℃の温度でN₂:25%、H₂:75%、露点65℃の雰囲気中で行った。次いで750℃×30secの窒化処理をN₂、H₂、NH₃の混合ガス中で行い窒化後のN₂量をほぼ200ppmに調整した。この後MgOとTiO₂を主成分とする焼鈍分離材を塗布し、1200℃×20時間の仕上げ焼鈍を行った。この後無水クロム酸、リン酸アルミニウムを主成分とする張力コーティングを施した。熱延板焼鈍後の冷却条件(℃/sec)一冷延時のAging温度(℃)一鉄損特性の関係を図1に示す。

【0022】 Decarbonizing annealing with temperature of 835 °C was done next in atmosphere of the N₂:25%, H₂:75% and dew point 65 °C. Next, nitriding of 750 °C X 30 s was done in mixed gas of N₂, the H₂ and NH₃ and N₂ quantity after nitriding was almost adjusted 200 ppm. MgO after this and annealing separating material which designates Ti O₂ as themain component were applied, finished annealing of 1200 °C X 20 hour was done. chromic anhydride after this, tension coating which designates aluminum phosphate as themain component was administered. Relationship of Aging temperature (T °C) - iron loss characteristic at time of cooling condition (R °C/sec) - cold rolling after the hot rolled plate annealing is shown in Figure 1.

【0023】この図から400-10R≤T≤690-12Rの範囲で非常に優れた低鉄損材が得られることが分かる。熱延板焼鈍の高温側の温度は950℃~1150℃の範囲とする。この温度より低くても高くても一次再結晶粒の粒径成長が困難になり高B₈特性が得られ難い。この焼鈍時間は180秒以内とする。この時間を超しても特別の効果は認められない。

【0023】 It understands that low iron loss material which from this figure is superior very in range of 400 - 10R T 690 - 12R is acquired. temperature of high temperature side of hot rolled plate annealing makes range of 950 °C to 1150 °C. Being lower than this temperature, being high, particle diameter growth of primary recrystallization grain becomes difficult and high B₈ characteristic is difficult to be acquired. This annealing time makes within 180 second. Crossing over this time, special effect is not recognized.

【0024】低温側の温度は800~950℃の範囲と

【0024】 Temperature of low temperature side makes range of 80

する。この温度域が AIN 析出を促進させ一次再結晶粒の粒径調整を容易にさせる他、僅かな γ 相を残存させて、この後の急冷により hard 相を形成させ適正な一次再結晶集合組織を得る。焼鈍時間は 30 ~ 300 秒がよい。

【0025】冷却規制温度下限を 300 °C とした理由は、急冷によって材質硬度に十分影響を与える温度であるからである。勿論この温度以下も急冷することが好ましい。冷延途中段階の Aging 温度は 100 ~ 300 °C で鉄損改善の効果が大きい。

【0026】Aging 時間は 1 分以上であれば効果があるが、好ましくは 5 分程度が良い。これより長くなっても効果は十分ある。なお工業的にはリバース圧延機による高温圧延あるいは加熱装置設置により対応できる。本発明においては優れた磁気特性を得る上で、脱炭焼鈍後の一次再結晶粒径とその集合組織の調整が重要である。適正な一次再結晶粒径は 15 μ m 以上通常 20 ~ 26 μ m と高温スラブ加熱材の 10 μ m 程度に比べて大きい。

【0027】一般に集合組織の面からは粒径が大きくなることは好ましくない。このため、より緻密な集合組織調整が必要となってくる。本発明の冷延前の鋼板の冷延速度と冷延時の Aging の組み合わせは特にこの冷延集合組織を適正化し好ましい一次再結晶集合組織を得ているものと考えられる。冷間圧率は高い B_g 値を得るために 80 % 以上とする。

【0028】脱炭焼鈍は脱炭を行う他に、一次再結晶組織の調整及び被膜形成に必要な酸化層を形成させる役割がある。これは通常 800 ~ 900 °C の温度域で湿水素、窒素ガス中で行う。次に窒化処理について述べる。窒化処理は通常脱炭焼鈍後に 650 ~ 850 °C の温度域でストリップを走行せしめる状態で行う。

【0029】雰囲気ガスは特にこだわらないが、一般に水素ガス、窒素ガス、アンモニアガスの混合ガスを用いる。この後、MgO、TiO₂ を主成分とするスラリーを塗布し、1100 °C 以上の温度で仕上げ焼鈍を公知の方法で行う。

【0030】

0 to 950 °C. This temperature region remaining promoting AIN precipitation besides grain size adjustment of primary recrystallization grain is made easy, little phase, forming hard phase with quench after this, you obtain proper primary recrystallization gathering structure. annealing time 30 to 300 second is good.

【0025】Because reason which designates cooling regulation temperature lower limit as the 300 °C is temperature which produces fully effect on material hardness with the quench. It is desirable also for this temperature or lower to do quench of course. Aging temperature of cold rolling middle stage effect of iron loss improvement is large with 100 to 300 °C.

【0026】Aging time if it is 1 min or more, effect is produced, but preferably 5 min extent is good. Becoming longer than this, as for effect there is a fully. Furthermore in industrially it can correspond with high temperature rolling limit or heater installation with reverse roll. Regarding to this invention, when obtaining magnetic property which is superior, the primary recrystallization particle diameter after decarbonizing annealing and adjustment of gathering structure are important. proper primary recrystallization particle diameter is large 15 μ m or greater usually in comparison with 10 μ m extent of the 20 to 26 μ m and high temperature slab heater.

【0027】Generally as for particle diameter becoming large it is not desirable from the aspect of gathering tissue. Because of this, precise gathering tissue adjustment becomes more necessary. cooling rate of steel plate before rolling this invention and combination of the Aging when rolling optimizing do this cold rolling gathering tissue in the military officer and are thought thing which obtains the undesirable primary recrystallization gathering tissue. cold rolling ratio makes 80 % or higher in order to obtain high B_8 value.

【0028】As for decarbonizing annealing besides decarbonizing is done, there is a role which forms oxidized layer which is necessary for adjustment and coating formation of the primary recrystallization structure. With temperature region of 800 to 900 °C moisture hydrogen, it does this usually in nitrogen gas. Next you express concerning nitriding. It does nitriding under state which usually after decarbonizing annealing the strip runs with temperature region of 650 to 850 °C.

【0029】As for atmosphere gas especially you do not adhere. mixed gas of hydrogen gas, nitrogen gas and ammonia gas is used generally. After this, it applies slurry which designates MgO and the TiO₂ as main component, finishes with temperature of 1100 °C or higher and does the annealing with known method.

【0030】

【実施例】

【実施例 1】 C: 0.058%, Si: 3.45%, Mn: 0.10%, S: 0.007%, 酸可溶性 Al: 0.027%, Sn: 0.05%, Cr: 0.12%, N: 0.0080% を含むスラブを 1150°C に加熱した後熱延し 2.6 mm の熱延板を造った。

【0031】 次いで熱延板焼鈍を 1080°C × 30 sec + 850°C × 2 min の焼鈍をした後、850°C ~ 300°C までの冷却速度を 10°C/sec と、40°C/sec として室温まで冷却した。この後酸洗し 0.30 mm まで冷延した。この冷延の途中板厚段階において表 3 のような Aging 処理を行った。

【0032】

【表 3】

出発板厚 (mm)	Aging 板厚 (mm)	Aging 条件	
		温度 (°C)	時間 (分)
2.6	1.6、1.0、0.6	① 200	0.5
		② 200	3.0

【0033】 次いで熱炭焼鈍を 830°C の温度で N₂: 25%, H₂: 75%、露点 65°C の雰囲気中で行った。次いで 750°C × 30 秒の窒化処理を N₂、H₂、N₂H₄ の混合ガス中で行い、窒化後の N₂ 量をほぼ 200 ppm に調整した。この後 MgO と TiO₂ を主成分とする焼鈍分離剤を塗布し、1200°C × 20 時間の仕上げ焼鈍を行った。この後水洗し、無水クロム酸、リン酸アルミニウムを主成分とする強力コーティングを施した。磁気特性を表 4 に示す。本発明の範囲で非常に優れた鉄損値を示している。

【0034】

【表 4】

冷却条件 (°C/sec)	Aging 条件			
	200°C × 0.5 分		200°C × 3 分	
	B ₈	W _{12/50}	B ₈	W _{12/50}
10	1.92	1.03	1.92	1.00
40	1.93	1.00	1.93	0.93

【0035】

【発明の効果】 本発明の低温スラブ加熱法により、磁気特性の優れた一方向性電磁鋼板を得ることができる。

【Working Example(s)]

【Working Example 1】 C: 0.058% and Si: 3.45% and Mn: 0.10% and S: 0.007% which includes 0.007%, acid soluble Al: 0.027%, the Sn: 0.05%, Cr: 0.12% and N: 0.0080% to 1150°C it rolled and made the hot rolled plate of 2.6 mm

【0031】 Next hot rolled plate annealing after doing annealing of 1080°C X 30 s + 850°C X 2 min, was cooled to room temperature cooling rate to 850°C to 300°C as 10°C/sec and 40°C/sec. acid wash after this it did and rolled to 0.30 mm. Aging treatment like Table 3 in road middle plate heavy filling bar floor of this cold rolling was done.

【0032】

【Table 3】

【0033】 Decarbonizing annealing with temperature of 830°C was as done next in atmosphere of the N₂: 25%, H₂: 75% and dew point 65°C. Next, nitriding of 750°C X 30 second was done in mixed gas of N₂, the H₂ and NH₃, N₂ quantity after nitriding was almost adjusted 200 ppm. MgO after this and annealing fractionating agent which designates TiO₂ as the main component were applied, finished annealing of 1200°C X 20 hour was done. water wash after this it did, it administered tension coating which designates chromic anhydride and aluminum phosphate as main component. magnetic property is shown in Table 4. iron loss value which is superior very in range of this invention has been shown.

【0034】

【Table 4】

【0035】

【Effects of the Invention】 With low temperature slab heating method this invention, unidirectionality electromagnetic steel

plate where magnetic property is superior can be acquired.

【図面の簡単な説明】

【図1】 Aging 温度と熱延板焼鈍の冷速と磁気特性の関係を示す図表である。

[Brief Explanation of the Drawing(s)]

[Figure 1] It is a cold speed of Aging temperature and hot rolled plate annealing and a diagram which shows relationship of magnetic property.

【図1】

[Figure 1]

